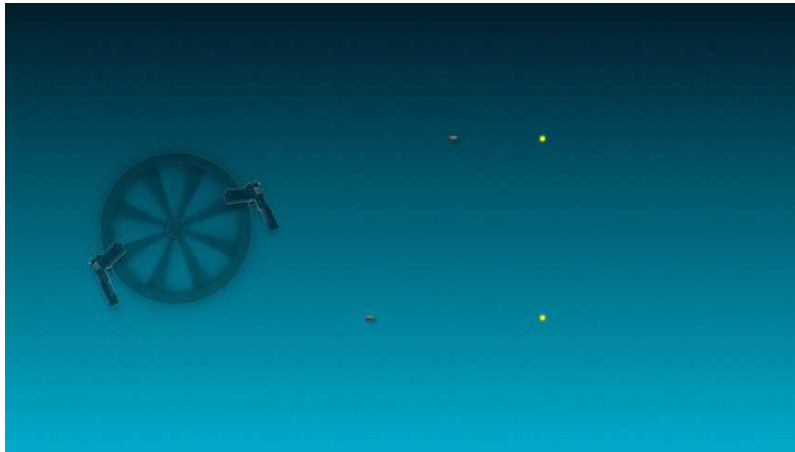
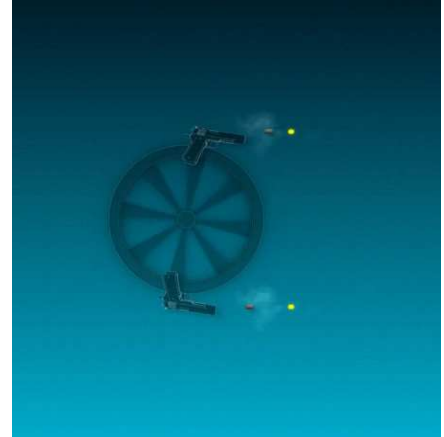
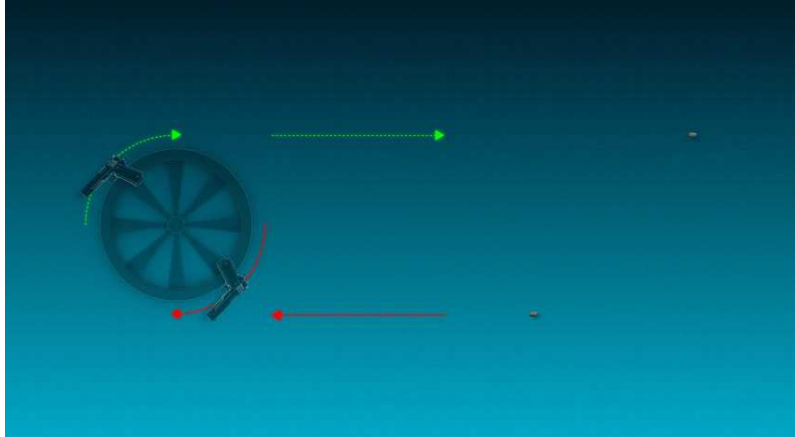


# Pistolensexperiment

Der **hinkende Vergleich von Geschoss- und Lichtgeschwindigkeit**



*Befinden sich beide Pistolen beim Abschuss senkrecht übereinander, so ist „offensichtlich“:*

- 1. Die Geschosse haben unterschiedliche Geschwindigkeiten.*
- 2. Die Lichtpunkte des Mündungsfeuers haben gleiche Geschwindigkeiten.*

[www.youtube.com/watch?v=go8dWxo0fWc](http://www.youtube.com/watch?v=go8dWxo0fWc) Till König

## Schlussfolgerung (Lehrbuch):

Die Lichtgeschwindigkeit ist im Gegensatz zur Massengeschwindigkeit unveränderlich.

Was wird vorausgesetzt?

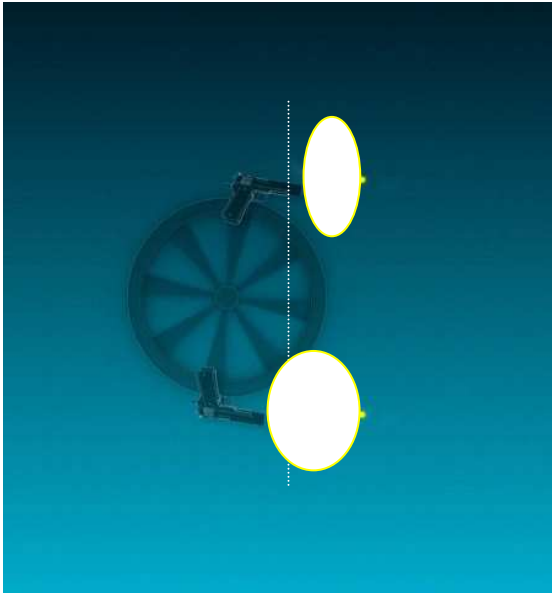
Die Geschosse sind ausdehnungslose **Punktmassen**, die „Lichtblitze“ sind ausdehnungslose **Lichtpunkte**.

Was wird verglichen?

Mechanische und elektromagnetische Phänomene werden hinsichtlich ihrer Fortbewegung als **unterschiedslose Punkte** behandelt. Man erwartet Ergebnisse entsprechend dem Punktmassenmodell der Mechanik. Doch die Lichtpunkte verhalten sich unerwartet.

Warum der Unterschied?

Ist er prinzipieller Natur? Oder resultiert er aus einer (Punkt-)Modellvorstellung, die dem Phänomen nicht entspricht?



Zum Zeitpunkt des Abschusses befanden sich die Mündungen auf Höhe der gestrichelten Linie. Von diesem Ort löste sich jeweils der Punkt einer Lichtfront und bewegte sich gegenüber diesem mit Lichtgeschwindigkeit nach rechts. Doch Licht als elektromagnetisches Wellenphänomen kann keine einzelnen unabhängigen Lichtpunkte produzieren. Erst nach  $T/2$  einer Dipolschwingung schnürt sich ein (Halb-)Feld ab und kann Energie übertragen. Während  $T/2$  hat sich der Dipol (Mündung) verschoben, so dass die Abschnürpunkte näher (oben) bzw. entfernter (unten) von den Frontpunkten liegen.

Analyse:

Die Bewegung ausgedehnter starrer Masse-Körper lässt sich vereinfacht untersuchen, wenn die **Schwerpunktbewegung** betrachtet wird. Dabei denkt man sich alle Masse im Schwerpunkt konzentriert, so dass dort auch Energie konzentriert ist.

Die Licht-Bewegung lässt sich nicht durch einen Lichtpunkt, in dem die Lichtenergie konzentriert ist, repräsentieren. Frontpunkte sind anderer Natur als Schwerpunkte. Lichtbewegung unterscheidet sich von Punktmassenbewegung in der zeitlichen *Entstehung* einer Halbwelle (Front mit  $c$ , Abschnürpunkt mit  $v$ ) und anschließenden Ausbreitung dieser mit  $c$ .

Bei **Vergleichen der Energien hingegen gibt es kein Problem.**

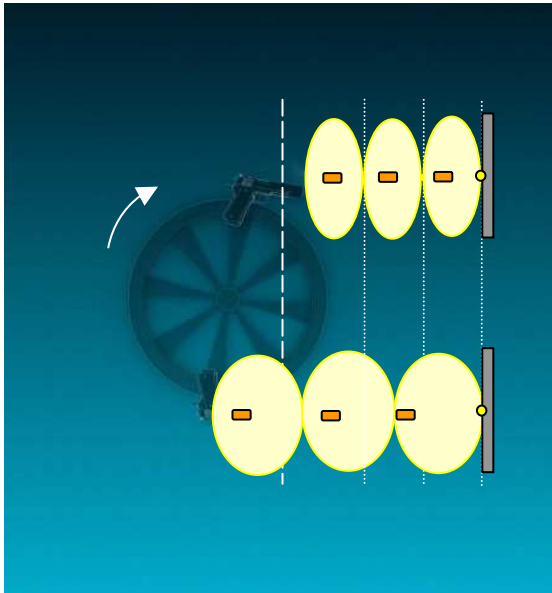
Die Geschosse sind durch ihre kinetischen Energien charakterisiert. Bei gleicher Masse hat das schnellere Geschoss (oben) die höhere Energie.

Lichtenergie hingegen ist durch Wellenlänge (bzw. Frequenz, Schwingungsdauer) charakterisiert. Das Mündungsfeuer der oberen Pistole liefert (scheinbar) kürzere Wellenlängen und damit größere Frequenzen. Nach  $E = h \cdot f$  wird deshalb oben ein größerer Energiebetrag abgestrahlt als unten. Auch das Licht „übernimmt“ Energie von der mechanisch bewegten Pistole, nicht aber Geschwindigkeit. Die Frontgeschwindigkeit  $c$  ist nicht zu beeinflussen, sehr wohl aber die „Abschnürpunktgeschwindigkeit“  $v$  des Dipols. „Licht“ konstituiert sich erst im Zusammenwirken beider Teilgeschwindigkeiten.

Jetzt wird ein Vergleich möglich: Die in Schussrichtung bewegte Pistole bewirkt **sowohl eine zusätzliche Geschossenergie als auch eine zusätzliche Lichtenergie**, allerdings auf der Basis der jeweilig adäquaten Naturgesetze.

Aufgrund der anderen Funktionsweise von Licht sind hier Geschwindigkeitsvergleiche irreführend. Das tiefere Prinzip von der Energieerhaltung bleibt unangetastet.

**Der Vergleich von Geschoss- und elektromagnetischen Feld-Geschwindigkeiten hinkt und führt zu Verwirrungen, da beide Phänomene unterschiedlicher Natur sind.**



Beim Vergleich von Schussfolgen werden **Gemeinsamkeiten** deutlich:

1. Die bewegten Pistolen haben Einfluss auf die im unbewegten System wahrgenommenen Wellenlängen und auf die Abstände der Geschosse.
2. Damit werden beim Empfänger für Geschosse und Licht größere (oben) bzw. kleinere (unten) Energien pro Zeit registriert.
3. Obwohl die Energiequellen für Geschoss und Licht (ohne Pistolenbewegung) oben und unten exakt gleiche Energien liefern, zeigen sich bei Pistolenbewegung Unterschiede. Warum?

### Unterschiede:

1. Ursache der Wellenlängenänderung des Lichts bei bewegten Pistolen liegt nicht in Energiezufuhr (bzw. -abgabe) bezüglich der Quelle (Veränderung der Dipolschwingung, d. h. Änderung der Quellenergie). Ursache ist die Veränderung des räumlichen Abstandes zwischen Front- und Abschnürpunkt einer Halbwelle *während* ihrer Entstehungszeit  $T/2$  *außerhalb* der Quelle. An den Empfangsdipolen rechts wird eine höhere (oben) bzw. geringere Frequenz (unten) der eintreffenden Halbfelder registriert und damit unterschiedliche Energien. Im Lichtpunktmodell sind solche Betrachtungen irrelevant.
2. Ursache der Zunahme bzw. Abnahme der Geschossenergie bei bewegten Pistolen liegt ebenfalls nicht in der Veränderung der chemischen Energie in der Treibladung. Ursache ist hier die (willkürliche) Projektion eines Abschussvorganges vom ruhenden in ein relativ dazu bewegtes Maßsystem. Im Ruhesystem „Pistole“ bewegt sich das Geschoss gegenüber der Mündung mit Normalgeschwindigkeit. Wird dagegen die Pistole als bewegt gegenüber einem Ruhesystem betrachtet, so addieren sich für den äußeren Beobachter die physikalische Geschosseschwindigkeit und die Systemgeschwindigkeit zu einer veränderten Gesamtgeschwindigkeit. Da die kinetische Geschossenergie geschwindigkeitsabhängig ist, ändern sich notwendig auch die Energien. Ursache dieser scheinbaren Energieänderung ist die Beschreibung eines Vorganges in zwei Systemen. Das aber ist vom Relativitätsprinzip nicht abgedeckt.

### Fazit:

*Geschwindigkeitsvergleiche* zwischen Licht und Massekörpern führen zu Missverständnissen, weil Licht ein zeitlich-räumlich veränderlicher Vorgang ist, der anderer Natur ist als ein Massepunkt.

*Energievergleiche* führen zur klassischen Physik (Energieerhaltung) und erklären die Phänomene ohne Zusatzannahmen.